

# 個別・一斉学習とグループ学習の統一モデルに基づく 学習・教授活動デザイン支援

## Learning and Instructional Design Support Based on a Unified Model of Lessons and Collaborative Learning

林 雄介<sup>\*1</sup>  
Yusuke Hayashi

磯谷セイジ<sup>\*2</sup>  
Seiji Isotani

Jacqueline Bourdeau<sup>\*3</sup>

溝口理一郎<sup>\*1</sup>  
Riichiro Mizoguchi

<sup>\*1</sup> 大阪大学産業科学研究所  
ISIR, Osaka university

<sup>\*2</sup> Carnegie Mellon University

<sup>\*3</sup> LICEF, TÉLUQ-UQAM

There is a wide variety of learning, for example, self-education, group learning, lecture, etc. These are done individually or with a combination of some types of learning, and such blending is expected to have synergistic effect on learning. However, these types of learning are studied individually and there is no theory ensuring validity of blending. The goal of this study is to build a unified framework in which the researchers interested in education can organize and compare theories for each type of learning. This paper proposes a framework for both of lessons and collaborative learning based on OMNIBUS ontology and Collaborative learning ontology as the first step of building a unified framework for a variety of learning.

### 1. はじめに

我々は様々な形態で学習を行っている。講義のような一斉学習や教師による個別教授、学習者が自学自習する個別学習、学習者がグループを作り共に学びあう協調学習などである。そして、これらはそれぞれ単独で行われたり、組み合わせで行われることもある。例えば、講義と e-learning といった一斉学習と個別学習の組み合わせや、講義での協調学習の導入といった一斉学習と協調学習の組み合わせなどが実際に行われており、一方が他方を補って相補的に学習効果を高めることが期待されている。しかし、そのような実際に行われている姿とは異なり、学術的にはこれらの学習形態はそれぞれ個別に研究分野が形成されて研究されており、これらの整合性や一貫性を保ちながら、必要に応じてブレンドする学習・教授をデザインするための方法論が確立しているわけではない。

本研究では、そのような方法論を確立するための基盤として、まずは様々な学習形態を包括的に扱えるモデル化の枠組みとそれを支える概念体系を構築することを目指している。もちろん、ブレディングにおいては個々の部分の妥当性の確保とともに全体としての妥当性の確保が重要となる。しかし、本研究では全体としての妥当性を保証することを目指してはいない。目標とするのは、全体としての妥当性を保証するための基盤を構築することである。その基盤の上で一貫性を持って多種多様な学習・教授活動をモデリングすることができれば、教育の分野の研究者たちが今までより容易に、それぞれの主張を明示化して比較対照することが可能になると考えられる。そのような情報基盤の確立を目指している。本稿では、特に一斉・個別学習と協調学習のブレディングに注目して、この 2 つの形態の学習・教授シナリオをそれぞれ合理的に設計できることに加えてシームレスに結合できるような概念基盤を提案する。

### 2. 個別・一斉学習と協調学習の統一モデル化

本稿の目的は、多種多様な学習・教授活動の包括的なモデル化基盤の提案の第一歩として、個別・一斉学習と協調学習に注目し、これらを共通にモデル化するための共通の枠組みを提

案することである。一般的に、この 2 つはその原理に関する考え方の違いから本質的に異なるものと考えられている。そこで、本節では個別・一斉学習と協調学習のそれぞれの特徴を分析した上で、それらの共通点を筆者らの提案しているモデル化の枠組みの上で考察する。

#### 2.1 2. 個別・一斉学習と協調学習の解釈

図 1 に個別・一斉学習と協調学習の概要を示す。この二つの形態の学習の一番の違いは、後者には「教師」が存在しないということである。協調学習では、すべての参加者が学びを行う主体としての学習者であり、学習者間の相互作用によって学習が促進される。しかし、個別・一斉学習では、学習者と教師(教授者)という明確な区分があり、学ぶのは学習者のみで教授者は教授するのみである<sup>1</sup>。

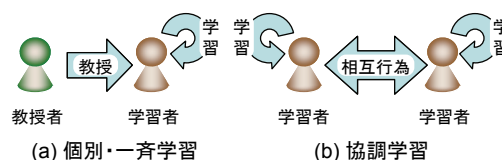


図1 個別・一斉学習と協調学習

ここで特に注目したいのは、「教師」のその役割の中で主要な活動する「教授(instruction)」という言葉の意味と「学習」との関わりである。個別・一斉学習では、正しい知識・スキルが存在し、それを獲得するということを「学習」として捉え、それを確実に実行させるための指導者として教師が必須な存在として位置づけられている。一方、協調学習では、学習者が自ら(自分なりの)知識・スキルを構成することを「学習」とし、それは教師が指導するものではなく、学習者自身が環境(他者や周りにあるもの・こと)との関わり(相互作用)の中から自律的に行うものであると位置づけている。この相互作用の中には、他者から教えられるという他に、個別・一斉学習と違い、他者に教えることや教えられなくても得られた情報から自分で学ぶということも含まれている。従

<sup>1</sup> もちろん、教授者も指導を通じて何かを学ぶこともある。しかし、個別・一斉学習の場で求められているのは、学習者が学ぶことであり、教授者が学ぶことが必須ではないという意味である。

って、個別・一斉学習と協調学習では「学習」というものが根本的に異なるため、それを促進するものが「教師による『教授』」と「環境との『相互作用』」と異なったものとされている。

しかし、これらの言葉の表面的に意味に囚われずに、「教授」と「相互作用」が学習の中で果たす役割を考えると、これらは全く違うものではないと考えられる。つまり、どちらも「学習」を促進するものとしては同じであるということである。特に、「教授」という方が「教師」という役割が明確に設定された人が、教師と生徒という上下関係に基づいたものとして行うものとして非常に限定された意味で一般的には捉えられているだけである。このような認識は教育研究の分野で議論されており、例えば、Educational technology 誌上で行われた学習科学と教授システム学(インストラクショナルデザイン)の研究者たちの意見交換では、協調学習など構成主義的な考えが強いと言われる学習科学側は「教授」という言葉から相容れないものとして考えている者が多かったが、個別・一斉学習と主に対象とし認知主義的な考え方の強いと言われる教授システム学の側での「教授」の定義は、従来の「正しい知識を教える」という狭い意味ではなく、広く「学習」を「支援または促進するもの」といった意味で考えており、学習科学とそれほど差がないことが示されている[Carr-Chellman 2004]。また、教授システム学(インストラクショナルデザイン)の知見をまとめている Reigeluth と Carr-Chellman は、このような誤解を正すためにも、「教授(instruction)」を「学習を促進するために意図的に行われること」と定義している[Reigeluth 2009]。このように解釈すると、個別・一斉学習での「教授」と協調学習での「相互作用」は、本質的には「学習」に対する影響という意味で変わらないと考えることができる。

筆者らは、これまで個別・一斉学習に関する学習・教授理論を対象とした OMNIBUS オントロジー[林 2009]と協調学習に関する学習・教授理論を対象とした協調学習オントロジー[Isotani 2009]を構築してきた。これらのオントロジーの基本理念となっているのは、「学習」を学習者の状態変化として捉えていることである。そして、それに影響を与える学習者自身や他者の行為との関係を概念化したものを核としている。この概念を I\_L event とよんでいる。この I\_L event については、次節でその定義を述べるが、この重要な点は前述のように学習者の状態変化を中心として、その変化を起こす行為とそれに影響を与える行為の両方を整理している点である。後者の行為が個別・一斉学習での「教授」や協調学習での「相互作用」に対応する。そして、これらは Reigeluth と Carr-Chellman が定義しているように「学習を促進する」という同じ役割を持つ。本研究では、このように考えることによって I\_L event が個別・一斉学習と協調学習を統一的なモデル化するための基盤となり得ることを提案する。

## 2.2 I\_L event

I\_L event は、前述したように OMNIBUS オントロジーの核となる、学習と教授を密接につなぐ概念の基本単位である。OMNIBUS オントロジー構築の目標の一つは、行動主義、認知主義、構成主義、社会的構成主義といったパラダイムの壁を越えて、多種多様な学習・教授理論を包括的に整理できる共通の概念基盤を構築することである。そして、そのような枠組みを通じて、人の学びのメカニズムを解明する学習科学の知見と、より効果的な教授が行える学習環境を提供するためのインストラクショナルデザイン研究の知見を結びつけ、適切に組織化し活用できるようにすることを目指している。

I\_L event の基本的構成を図 2 に示す。I\_L というのは、教授(Instruction)イベントと学習(Learning)イベントの関係を表していることを意味している。しかし、ここでの「教授イベント」は教師が

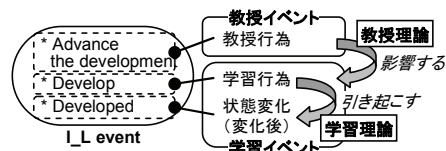


図2 I\_L event

教えることだけでなく、前節で議論したように Reigeluth と Carr-Chellman が定義しているように「学習を促進する」という広い意味でのイベントとしている。この図で示すように、I\_L event では、教授イベントを構成する教授行為が学習イベントに影響し、学習イベントでは学習行為が状態変化(学習)を促進するという関係を記述するための枠組みを提供している。このように教授行為と学習行為、学習者の状態変化という 3 つの概念の関係を一つにまとめて概念化をすることで、様々な学習・教授行為と状態変化の関係を記述することができる。そして、これによって個別・一斉学習と協調学習を区別無く、同じ枠組みで記述できるというのが本稿の主張である。

また、ここでもう一つ重要な点は、学習・教授理論がこのような関係の妥当性を説明しているということである。各理論は記述的(descriptive)に、または手続き的(procedural)に教授行為と学習行為、学習者の状態変化の関係を説明している。このような理論的知識を記述する枠組みにもなるというのが I\_L event のもう一つの役割である。

## 2.3 I\_L event による個別・一斉学習と協調学習の比較

ここでは、実際に I\_L event で個別・一斉学習と協調学習がそれぞれどのようにモデル化できるかを示すことによって、モデル化が可能であることと、その 2 つの学習形態の異同を I\_L event の観点から成立する。

図 3 に個別・一斉学習と協調学習における 2 者のインタラクションをそれぞれ I\_L event でモデル化した例を示す。図 3(a)は個別・一斉学習をモデル化したものであり、図 3(b)は協調学習をモデル化したものである。

図 3(a)に示す個別・一斉学習のモデルの特徴は、I\_L event は学習者の方にしか無いことである。教授者と学習者のインタラクションによってこのタイプの学習は成立するが、前述したように個別・一斉学習では教授する人と学習する人が明確に分離されており、学習するのは、その名の通り学習者のみである。よって、状態変化は学習者にしか起こりえないので I\_L event が学習者のみにしかない。そして、その状態変化を起こすのは学習者自身の行為(学習行為)であり、教授者の行為がその行為に影響を与えるので教授行為となる。

一方、図 3(b)に示す協調学習のモデルでは、I\_L event が双方に存在する。ここでは、個別・一斉学習と違い、2 者の間に違いはなく双方が学習者である。そして、インタラクションを通じて互いに他者の学習を支援し、自らも学習する。よって、双方に I\_L event が存在する。そして、各人の I\_L event で学習行為はその学習者自身の行為である点は個別・一斉学習と変わらないが、教授行為の主体はシチュエーションによって異なる。例えば、

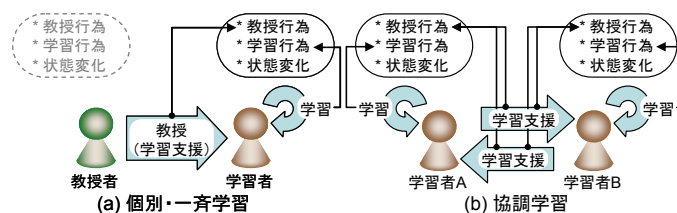


図3 I\_L event による個別・一斉学習と協調学習のモデル化

他者から情報を伝えられたことで学んだならば、その学習(状態変化)における教授行為の主体は他者であるが、他者に情報を伝えることを通じて自分の考えを整理することで自分の理解が深まったのならば、教授行為は自分自信の行為となる。この教授行為と学習行為の主体の組み合わせパターンについては、3節で述べる。

このようにこの I\_L event という概念化によって、個別・一斉学習と協調学習を共通の枠組みの上でモデル化することができる。この観点からは、個別・一斉学習と協調学習の違いは、

- 各参加者の I\_L event の有無: 個別・一斉学習は学習者のみ、協調学習では参加者全員
- 教授行為の主体の柔軟性: 個別・一斉学習では教授行為の主体は教師のみだが、協調学習では他者または自分の行為が教授行為となり得る

の二つであると言える。

### 3. OMNIBUS オントロジーと協調学習オントロジーによる学習・教授理論のモデル化

本研究では、前節で述べた考えに基づいて、OMNIBUS オントロジーと協調学習オントロジーを統合することによって、個別・一斉学習と協調学習を包括的に扱うことができるオントロジーを構築することを目指している。

OMNIBUS オントロジーと協調学習オントロジーを統合する目的の一つは、個別・一斉学習のための学習・教授理論と協調学習のための学習・教授理論を同じ枠組みの上でモデル化することである。本節では、まず協調学習オントロジーと OMNIBUS オントロジーにおける理論のモデル化を紹介してから、その二つを組み合わせることによって、どのようにして協調学習において各学習者が果たす役割とそのために必要な行為の合理性をより明確にすることができるのかについて述べる。

#### 3.1 協調学習オントロジーにおける学習目標とシナリオのモデル化

協調学習オントロジーでは、協調学習をその中で学習者が果たす役割とそれぞれの役割の学習目標、役割間のインタラクションに注目し概念化している。その核となるのは GMIP(Growth Model improved by Interaction Pattern)[Isotani 2009]というものである。これは Learner Growth Model (LGM)と Interaction Pattern (IP)の二つから構成される。詳細はスペースの都合上、参考文献[Isotani 2009]を参照していただくとして省略し、ここではその概要のみを示す。

LGM は学習者の知識・スキル獲得における知識・スキルの状態の可能な変化を網羅したものである。そして、その上に各理論が対象とする状態変化をマッピングすることにより、理論毎の特徴を整理している。一方、IP は LGM で表される学習目標を達成するために必要な学習者間のインタラクションの流れを表したものである。

LGM と IP を GMIP として組み合わせることによって、各理論がどのような目標の場合に利用可能で、それをどのようなインタラクションで実現するのかを整理することができる。また、この組み合わせで理論の違いが表現される。例えば、学習目標が同一でも方法が違う 2 つの理論がある場合、LGM では同一であるが、IP が異なるものとしてモデル化される。

#### 3.2 OMNIBUS オントロジーによる I\_L event 分解

OMNIBUS オントロジーでは、学習者と教授者のインタラクションの流れ(以下、学習・教授シナリオとよぶ)を I\_L event をより

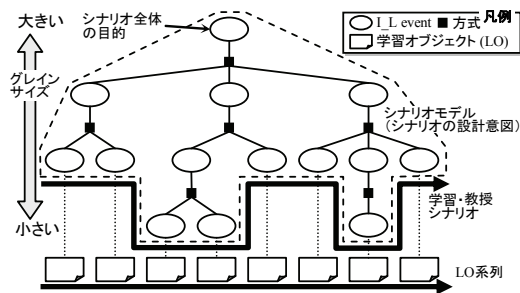


図 4 I\_L event 分解木

小さなグレインサイズの I\_L event で再帰的に分解する木構造で表す。これを I\_L event 分解木とよんでいる。図 4 にその概要を図示している。

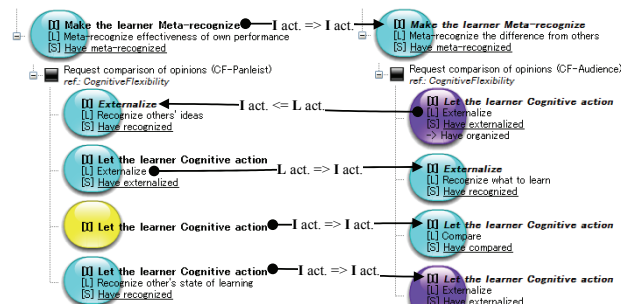
この木構造で重要なのが、1 段ごとの分解関係で上下をつなぐ方式ノードである。これを方式とよんでいる。方式は一つの I\_L event をよりグレインサイズの小さな、もしくは具体的な I\_L event に分解もしくは具体化するものである。

この I\_L event と方式の組み合わせによって、学習・教授シナリオの設計意図が構造化される。そして、I\_L event はどのような学習目標を達成したいか(what to achieve)を表し、方式はどのように達成したいか(how to achieve)を表す。この what と how を分離した整理によって、学習目標に対して様々な実現方法を比較対照することができる。これを基本構造として、各理論で提唱されている学習・教授方略をモデル化して整理している。そのような理論に基づく方式を「方式知識」とよんでいる。

#### 3.3 I\_L event 分解による協調学習理論のモデル化

協調学習オントロジーにおける GMIP と OMNIBUS オントロジーの I\_L event 分解木を照らし合わせると、GMIP は I\_L event 分解木のルートと学習・教授シナリオの部分に対応する。そして、GMIP のシナリオモデル部分を構成することによって、協調学習のための学習・教授理論をより精緻にモデル化できる上に、OMNIBUS オントロジーでこれまでモデル化してきた個別・一斉学習のための学習・教授理論と同様に扱うことができる。

図 5 にその一例を示す。これは cognitive flexibility[Spino 1988]に基づく方式知識の一つである。図 4 では上から下に分解を表していたが、ここでは左上から右下に分解を表している。この理論は異なったドメインの人を集めて問題解決をするものであり、各学習者が自分の専門性を発揮して提案するときにその人が panelist となり、他の人が audience となる。それぞれに対応する方式知識が左右に並んで示されている。これらは両方とも自分の理解を確認する(メタ認知する)のものであり、詳細はスペースの都合上省略させていただくが、panelist と audience ではどう達成するかが違うため異なる分解となっている。また、個別・一斉学習と違い、2 つの方式知識のペアであるため、それらの関係を図中の矢印で示している。このように協調学習理論も 2 つ



Panelistのための方式知識 Audienceのための方式知識  
図 5 cognitive flexibility に基づく方式知識の一例

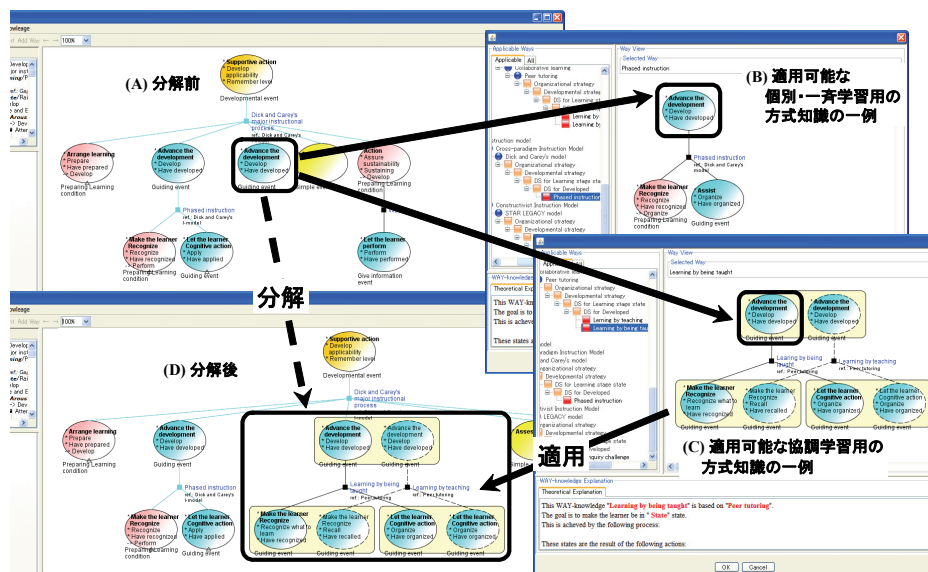


図 6 SMARTIES での方式知識の利用

の I\_L event の分解の関係によってモデル化される。そして、個別・一斉学習と協調学習の垣根無く、目標に応じた学習・教授方略の中から意図にあった学習・教授方略を選択することが可能になる。

#### 4. 個別・一斉学習と協調学習ブレンディング設計

本研究では、OMNIBUS オントロジーと協調学習オントロジーの統合を同時に、それぞれに基づく理論アウェアなオーサリングシステム SMARTIES[林 2009]と CHOCOLATO[Isotani 2008]を統合することで、個別・一斉学習と協調学習ブレンディング設計が可能なオーサリングシステムの開発を進めている。オーサリングシステムの統合においては、現状では、SMARTIES をベースに CHOCOLATO の機能を拡張することによって、個別・一斉学習と協調学習のどちらも I\_L event で共通に記述することができるようになっていく。

SMARTIES で対象としているのは学習者と教授者、または学習者同士のインタラクションのデザインである。協調学習では、インタラクションのデザインに加えて、個々の学習者の状態や目標に合わせたグループ構成のデザインが重要となる。これについては、CHOCOLATO でサポートされているが、SMARTIES ではサポートしていない。

シナリオデザインにおける SMARTIES の特徴は、OMNIBUS オントロジーに基づいてモデル化した学習・教授理論の内容を利用して、達成したい学習目標に合った学習・教授方略を理論の中から提案することである。OMNIBUS オントロジーでは理論に含まれる学習・教授方略を方式知識の形でモデル化しており、SMARTIES はユーザが分解したい I\_L event と方式知識のマクロイベントのマッチングによって、様々なグレインサイズの I\_L event の分解を提案する。図 6 に SMARTIES で個別・一斉学習と協調学習のそれぞれの学習・教授方略を提案しているスクリーンショットを示す。図 6(A)は設計中のシナリオを示しており、これは Gagne と Briggs の理論に基づいて一斉学習を想定したシナリオとなっている。ここでは、印を付けた I\_L event を分解しようとしている。

ユーザが SMARTIES に適用可能な学習・教授方略を求めると、SMARTIES は図 6(B), (C)に示すような学習・教授方略を提供する。インタフェース上では一つのウィンドウで、ウィンドウ左側のツリー構造にリストアップされている方式知識を選択することで図 6(B), (C)に示すような方式知識がウィンドウ右側に表示

される。図 6(B)では個別・一斉学習用の方式知識を提示している。これは、分解したい I\_L event をそのまま二つの I\_L event に分解することを提案している。一方、図 6(C)では、協調学習用の方式知識を示していて、二つの I\_L event 分解がペアになっている形になっている。左側の方式知識が対象の I\_L event を分解するもので、二つの I\_L event に分解している。そして、それぞれの I\_L event の右側にペアとなる I\_L event が表示されている。協調学習に関する方式知識はこのような二つの方式知識のペアとして、これまで OMNIBUS オントロジーでモデル化された個別・一斉学習用の方式知識と同じように I\_L event の分解関係として記述される。

これらの候補をユーザは図的表現や説明文を参照して見比べて、自分の方針と合ったものを選択して、適用できる。例えば、ここでは協調学習用の方式知識を選択すると、図 6(D)のようにシナリオモデルの中に組み込まれる。これで適用した部分までは個別・一斉学習だが、適用した部分では協調学習を行うというシナリオを構成できる。

#### 5. おわりに

本稿では、一斉・個別学習と協調学習のブレンディングに注目して、この 2 つの形態の学習・教授シナリオをそれぞれ合理的に設計できることに加えてシームレスに結合できるような概念基盤を提案した。同じく I\_L event による方式知識としてモデル化することにより、一斉・個別学習も協調学習の垣根無く選択し、ブレンディングできるようになる。ただし、ブレンディングしたものの妥当性はそれを扱う理論もまだ無いために保証はされない。今後はブレンディングの妥当性を扱う理論も提案されていくと思われるので妥当性の保証に関してはそのような教育学の知見を活かせるようにしたいと考えている。現状では、このような包括的なデザイン環境を提供することによってそのような知見を積み上げることに貢献したいと考えている。

#### 参考文献

[林 2009] 林 雄介, Jacqueline Bourdeau, 溝口 理一郎: “理論の組織化とその利用への内容指向アプローチ: オントロジー工学による学習・教授理論の組織化と Theory-aware オーサリングシステムの実現”, *人工知能学会誌*, 24(5), pp. 351-375, 2009.

[Isotani 2008] Isotani, S. and Mizoguchi, R.: Adventure in the Boundary between Domain-Independent Ontologies and Domain-Specific Content for CSCL, *Proc. of KES2008*, pp. 523-532, 2008.

[Isotani 2009] Isotani, S. Inaba, A., Ikeda, M. and Mizoguchi, R.: An Ontology Engineering Approach to the Realization of Theory-Driven Group Formation, *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(4), pp. 445-478, 2009.

[Carr-Chellman 2004] Carr-Chellman, A.A. and Hoadley, C.M.: Looking back and looking forward, *Educational technology*, 44(3), pp. 57-59, 2004.

[Spiro 1988] Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D.K.: Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Proc. of the Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 375-383, 1988.

[Reigeluth 2009] Reigeluth, C.M. and Carr-Chellman, A.A.: Understanding Instructional Theory, *Instructional-design theories and models: Building a Common Knowledge Base*, Routledge, New York, NY, pp. 3-26, 2009.